

平成25年度 住宅・建築関連先導技術開発助成事業
住宅等におけるアレルギー対策を目的とした
集中換気システムの開発
(安全性)

ハラサワホーム株式会社 代表取締役社長 原澤 浩毅
群馬大学大学院 医学部保健学研究科 教授 土橋 邦生
前橋工科大学 工学部建築学科 准教授 三田村 輝章

背景・目的

背景①

2003年建築基準法の改正により住宅に24時間換気を義務付け建材からの揮発性化学物質対策を推奨してきた。

背景②

東日本大震災後の原発事故に伴う空間線量の増大による健康被害とエネルギー問題が話題となって新しい。

背景③

PM2.5飛来浮遊微粒子による健康被害が報告されている。

問題点①

2003年以降の新築住宅では24時間換気により屋外の新鮮空気を取り入れる事となるため空間線量数値が厚生労働省の暫定基準値を超えた地域での取り扱いが難しくなっている。

問題点②

常時換気による外気負荷の増大に伴う、エネルギー消費の面からみてまだまだ開発の余地があると考えられる。

問題点③

PM2.5によるぜん息、アレルギーや放射性物質による肺ガンリスク等の対策も必要

低線量地域（群馬県）→0.06~0.15 μSV
高線量地域（福島県）→5.00~30.00 μSV
（H24~H25期間）除々に減ってはいるが現在は上記値でほぼ安定している。

目的①

空間線量低減、健康被害対策
暫定基準値を超える空間線量の宅内への影響を低減可能なシステムの構築

低線量地域
→低減率60%の効率化と検証
高線量地域→チャレンジ

目的②

未利用エネルギーのパッシブ利用による省エネ効果（地中熱利用）の開発と低廉化
（既存システム比較10倍程度のコストパフォーマンス）

地中熱と太陽熱の相関関係を分析し効果的な蓄熱方法の策定

目的③

H17年から8年間の実績
→ぜん息アレルギーデータ蓄積、放射能、PM2.5による健康への影響の調査
→厚生労働省の医療品としての認可システムへのチャレンジ

技術開発の概要

東日本大震災後の空間線量の増大とアレルギー物質に対する対策として室内の微粒子をろ過できる換気システムの開発。

①空気質改善、屋内放射線量の低減効果検証

②省エネルギー効果検証

③アレルギー、PM2.5対策

環境面

空間放射線量測定

室内空気質測定

(TVOC、温湿度、ダニ量、微粒子測定) etc

エネルギー面

エネルギー測定

地中熱利用効果測定

etc

医学面

居住者のアレルギー診断

肺機能測定、呼気ガス測定

血液中免疫細胞検査 etc

医工連携産学のアプローチ

追跡測定することにより空気質改善の効果検証、最適な換気経路設計の確立

入居前1ヵ月

入居後1ヵ月

入居後3ヵ月

入居後6ヶ月

地中埋設ダクト方式による地中熱利用全館空調換気システムの開発

安全性と健康性を兼ね備えたゼロエネルギー住宅の実現

①高放射線量地域へのシステムデリバリー

②従来地中熱システム比較でコストパフォーマンス10倍

③厚生労働省からの医療品認可

チャレンジ目標

技術開発・実用化のプロセス

事前調査

これまでアレルギー対策として開発している空気清浄機能を搭載した全館空調システムでは、PM2.5などの微粒子、カビ孢子などをクリーンルーム並みに除去可能であることを過去の調査で明らかにしている。空間線量についての事前予備調査では低線量地域において空気中の浮遊放射性物質の除去によるものと思われる効果として屋外比較約62%の空間線量の低減結果を得ている。

(屋外放射線量：0.147mSV/h → 屋内放射線量：0.054mSV/h ⇒ 62%カット)

実測調査

①空間線量低減 健康被害対策

低空間線量地域
×20件

高空間線量地域
×1件 or 実験棟

検討、改善
室内空気質改善
空間線量低減

高空間線量地域へ
の導入へ

システムの最適化

②未利用エネルギーのパッシブ利用 による省エネ効果開発と低廉化

平成25～27年にかけて、下記a)～c)の状況下に適合する住宅20件を対象とした室内環境の実測調査と健康診断、エネルギー消費量の実測調査を実施し、実証データを蓄積し設計手法を確立する。

- a) 日照条件の良い物件
- b) 一方位からの日射が主な物件
- c) 日照条件の悪い物件

太陽熱の影響を分析

地中熱利用効果

パターン別地中埋設ダクト配管設計
シミュレーションシステムの開発

商品化・システム販売・実用化

③ぜん息アレルギーデータ蓄積、放射能、 PM2.5による健康への影響の調査

アレルギー、ぜん息、肺ガン、甲状腺ガン等
健診

アレルギー、ぜん息
について10年間の
実測データ

アレルギー改善
室内空気質改善

厚生労働省
医療機器認可

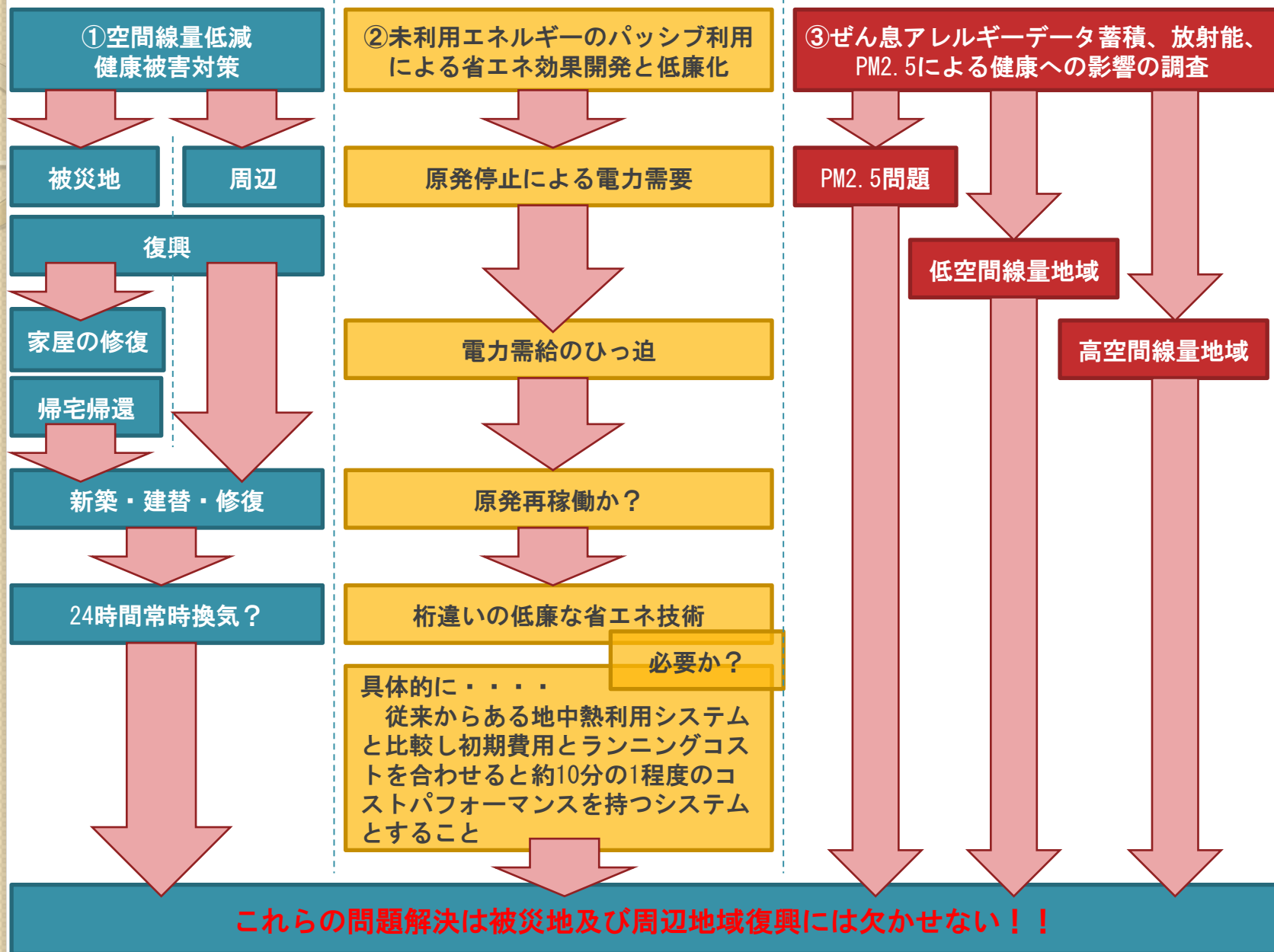
実用化

放射線による
ガンリスク分析

室内空気質改善
空間線量低減

放射線に対する安全
性確保への先鞭

技術開発の必要性、緊急性



技術開発の先導性

先導性（1） 空間線量低減

事前調査では空気中の浮遊放射性物質の除去についても屋外と比較して約62%除去の結果を得ていることから高低空間線量の地域に向けて室内環境の安全性を目的とすることが可能である。

事前調査結果：

屋外放射線量：0.147mSV/h

→屋内放射線量：0.054mSV/h

→62%の空間線量の低減

①空間線量低減 健康被害対策

生活

先導性（4） 簡易メンテナンス

本システムに搭載される空気清浄機能部分は高性能電子集塵機であり、高性能HEPAフィルター相当の集塵効果がありながら目詰まりを起こしにくい構造をしており、頻繁なフィルター交換が不要という点にある。（一般住宅におけるメンテナンスの容易性はユーザーにとって必要な性能の一つ）

③ぜん息アレルギー データ蓄積、放射能、 PM2.5による 健康への影響の調査

メンテナンス

②未利用エネルギーの パッシブ利用による省 エネ効果開発と低廉化

先導性（2） 地中熱利用における桁違いの低廉技術 （パッシブエネルギー利用）

弊社独自の特許工法基礎 サーマルバリアPSBの直下に埋設ダクトを配置することにより、地中深くにダクトを埋設しなくても十分な熱交換が可能。大がかりな工事を必要とせず、簡易なダクト取り回しにより、実用的な地中熱利用システムを実現することが可能となる。また太陽光発電との連携によりゼロエネルギー住宅の実現が現実味を帯びてくる。一般的な木造住宅では8kW～の太陽光発電パネルと蓄電池などの省エネ機器を要求するが太陽光パネル4kW相当の設備投資のみでゼロエネルギー化住宅とすることが可能となる。

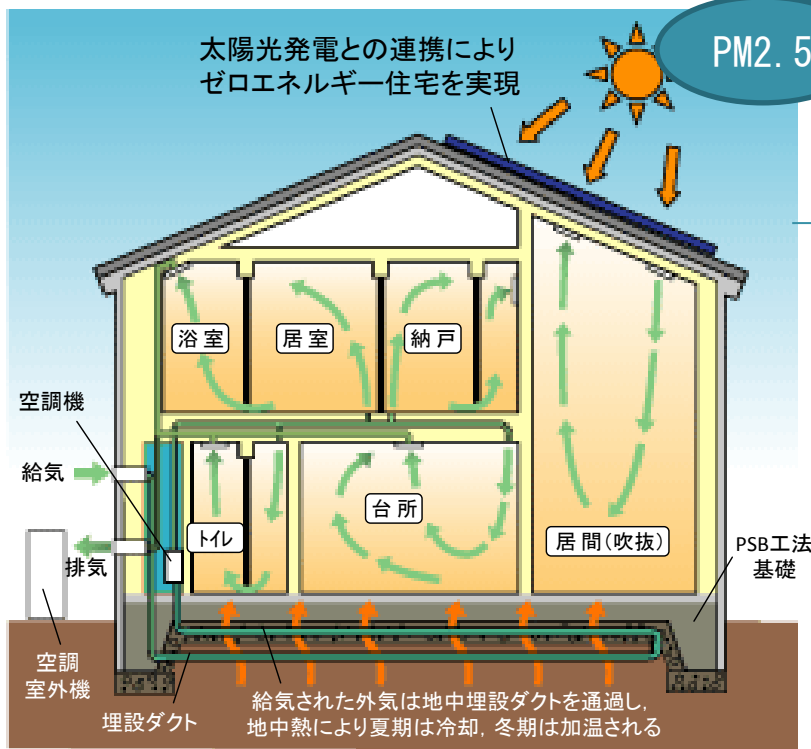
先導性（3） 空気清浄による空気質改善

本事業で開発する換気システムは空気清浄機能を搭載した全館空調システムであり、PM2.5などの微粒子、カビ孢子などをクリーンルーム並みに除去可能である。（過去実績により明らか）換気システムに搭載されている高性能電子集塵機の集塵効果により、埋設ダクト内で発生したカビや粉じん等の除去が可能となり、地中埋設ダクトの弱点とされる空気質悪化の問題を解決することが同時に期待される。

これらの技術を開発統合し一体となって供給する事により居住者にとって
**コストパフォーマンスが10倍程度有効な
ゼロエネ住宅を実現しながら
室内環境の向上、
アレルギー対策等の相乗効果
が得られる可能性を秘めている。**

技術開発の実現可能性

(1) 全館空調換気システム【HAS】



PSB工法基礎直下にダクトを埋設することにより
簡易で安価な地中熱交換システムを実現

従来の費用対効果5~10倍をめざした地中埋設ダクト方式による地中熱利用全館空調換気システムの開発を進め、室内空気質の改善に努める事により、入居者のアレルギーやPM2.5の対策をすすめると同時に屋内放射線量の低減効果を検証し、健康や安全に特化した省エネな住宅を実現する。

(2) 空气中微粒子量比較

■住宅における1Lの空气中の微粒子 比較表

粒子の大きさ(μm)	HASの家		一般住宅	
	熊谷展示場	2×4工法(築13年)	PSB工法(築10年)	在来工法(築10年)
0.3 μm	12822	10倍	133894	4倍
0.5 μm	1018	30倍	30954	5倍
0.7 μm	382	36倍	13732	5倍
1.0 μm	226	39倍	8765	6倍
2.0 μm	118	36倍	4193	6倍
5.0 μm	8	30倍	247	11倍

最大39倍

(3) 空間線量比較

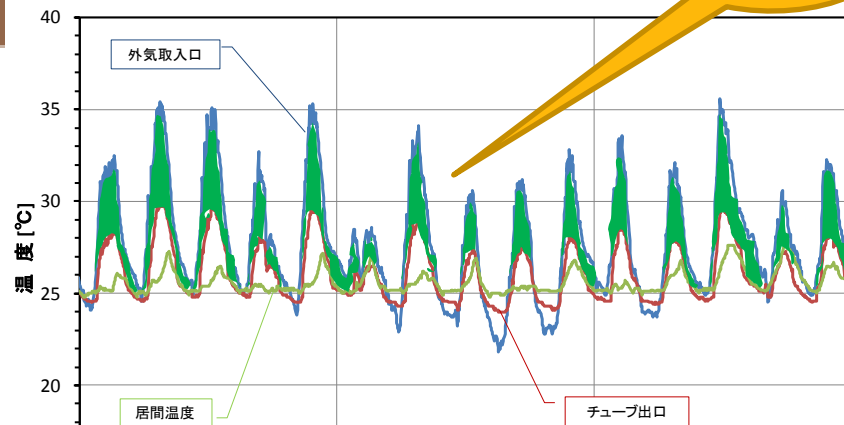
月日	邸名	近くの県内教育施設の線量	吸気部	居室	削減率
2011/10/5	S 邸	館林第一小学校 0.145	0.088	0.055	37.50%
2011/10/8	N 邸	渋川金島小学校 0.213	0.155	0.067	56.77%
2011/10/10	F 邸	沼田めぐみ幼稚園 0.166	0.147	0.055	62.59%
2011/10/12	A 邸	前橋下川小学校 0.083	0.067	0.047	29.85%

最大62%

(4) 地中熱利用効果

夏期

この差が省エネ

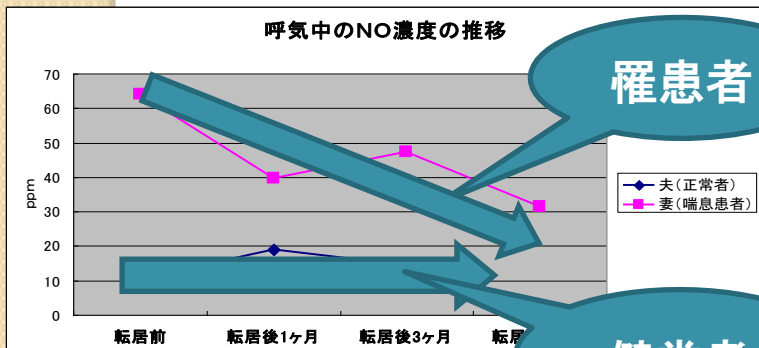


$$|\int_{\text{冷却}} f(x) dx| + |\int_{\text{加熱}} f(x) dx| = \text{約}9.8\text{GJ/冷房期} + \text{約}2.7\text{GJ/暖房期} = \text{約}12.5\text{GJ/年}$$

技術開発の実現可能性

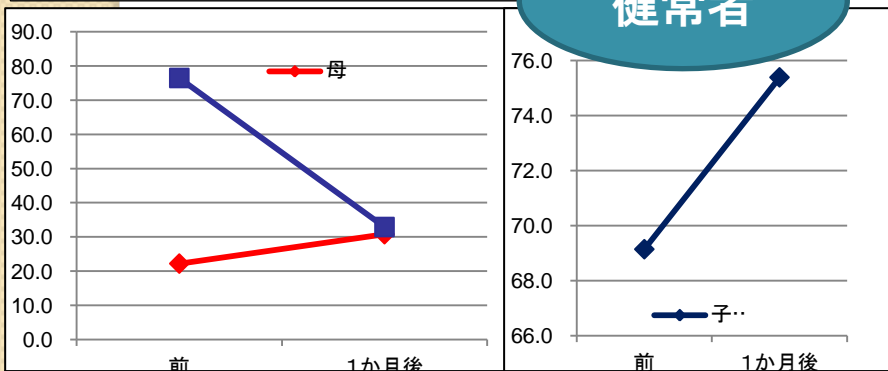
(5) 呼気中一酸化窒素濃度

- ・アレルギー炎症の新しい指標である、**呼気中の一酸化窒素濃度 (NO)**は、気管支のアレルギー反応の強さと相関する。
- ・アレルギー対策住宅に転居することにより、高値であった一酸化窒素が低下し、喘息の程度や気道炎症の改善傾向も見られた。右図の喫煙者の夫を除き、転居後、**喘息症状の悪化した者はいない**。
- ・今後共患者を増やし、データを集めていく。



罹患者

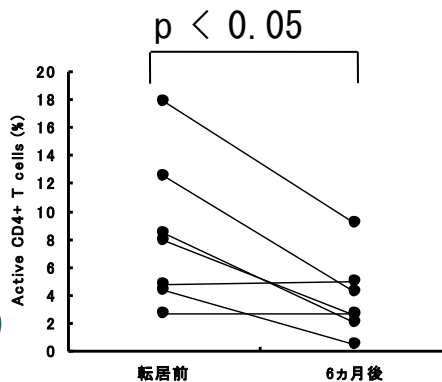
健常者



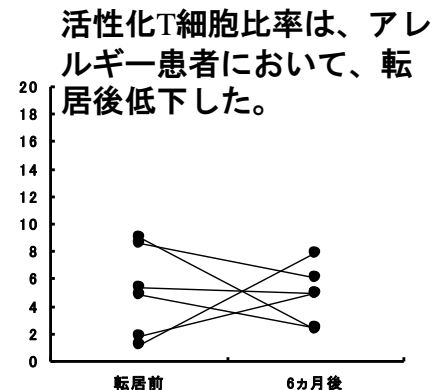
ハースの家に転居したため、11歳のお子さんの気道炎症の指標である、呼気中のNO濃度の低下が確認され、肺機能検査でも1秒量(気道の閉塞をの程度を示す値)の改善が認められた例

母:花粉症、HD2+、ダニ2+、スギ5+、ヒノキ3+、カモガヤ2+、ヨモギ2+、ネコ2+、イヌ2+
 子:11歳、小児喘息(小2まで)、今は症状なし、無治療。HD 4+、ダニ4+、イヌ2+、ネコ2+、

(6) アレルギー性反応により活性化されたCD4+T細胞比率の転居前後の比較



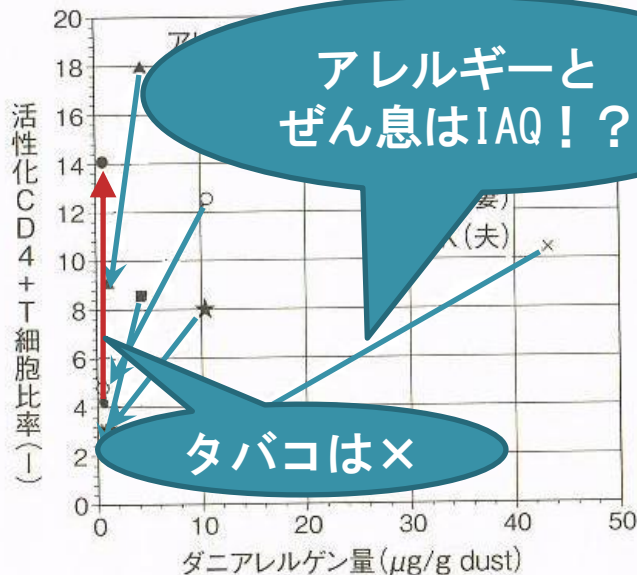
アレルギー保有群



健常被験者群

(7) 入居前後のダニ量とアレルギー細胞の変化

図表3-7:「HASの家」の入居前後のダニの量とアレルギー細胞の変化



母:花粉症、HD2+、ダニ2+、スギ5+、ヒノキ3+、カモガヤ2+、ヨモギ2+、ネコ2+、イヌ2+
 子:11歳、小児喘息(小2まで)、今は症状なし、無治療。HD 4+、ダニ4+、イヌ2+、ネコ2+、

実用化・製品化の見通し

技術開発終了後をめぐり空間線量低減を表した発展商品を供給開始

また、2020年に予定されている住宅・建築物の省エネ基準適合義務化にも向けて、安全性と健康性を兼ね備えたゼロエネルギー住宅としての市場供給。および国民の約3分の1がアレルギーを持っているといわれている現在においての住宅新築、リフォームの際にこの空調換気システムを導入する事により医工連携による担保が可能な機器としての商品発売。さらに将来的には医療器具としての導入も視野に置いて取り組む。

- ①入居前後の室内空気環境の比較
- ②入居前後の人体への影響と医学的担保
- ③地熱利用効果による空調一次エネルギー量の実測と検証

上記の解析結果をHP上で情報公開及び勉強会として利用者、今後建築を考えている顧客と共に行っていく

空間線量低減とアレルギー改善、省エネルギー効果を開発統合し供給する事により住宅の居住者にとって初期費用とランニングコストを合わせたコストパフォーマンスが10倍程度有効なゼロエネ住宅を実現させる。

